



TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT
TP. HỒ CHÍ MINH

KHOA ĐIỆN - ĐIỆN TỬ
BỘ MÔN KỸ THUẬT MÁY TÍNH - VIỄN THÔNG



Đồ án môn học 2

**THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG MÔ HÌNH IOT BẢO MẬT ĐA
TẦNG ỨNG DỤNG TRONG QUY TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC
THẢI CÔNG NGHIỆP**

Sinh viên: Võ Minh Thái - 22139063



Hướng dẫn: ThS. Trương Quang Phúc

ĐẶT VẤN ĐỀ



Hệ thống xử lý nước thải công nghiệp ngày càng yêu cầu giám sát liên tục, điều khiển linh hoạt và an toàn khi kết nối mạng.



Các hệ thống truyền thống (PLC/SCADA) hoạt động ổn định nhưng bảo mật còn hạn chế khi mở rộng điều khiển từ xa.

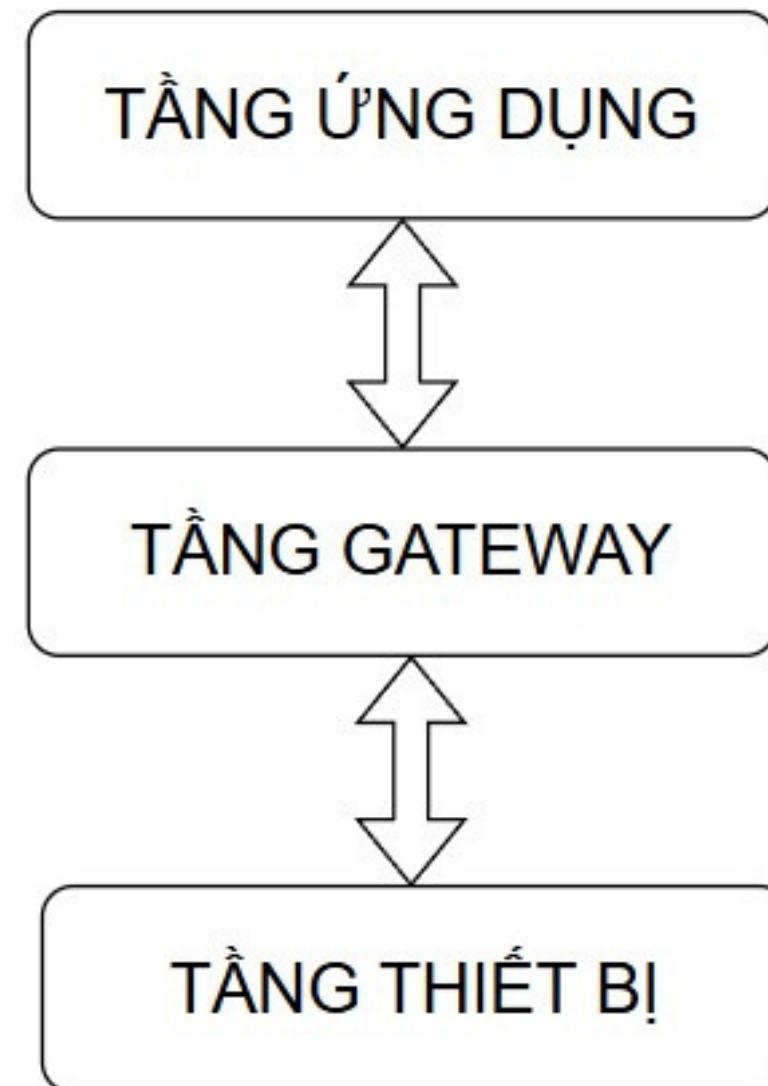


IoT mang lại nhiều lợi ích, tuy nhiên phân quyền và bảo mật đa tầng chưa được chú trọng đúng mức.



TỔNG QUAN ĐỀ TÀI

??? Đề tài này sẽ làm gì ?

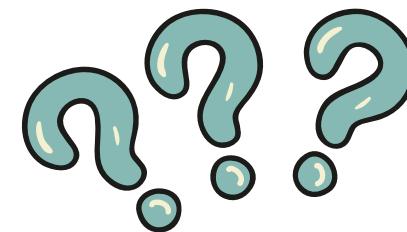


- * Thiết kế và thi công mô hình IoT bảo mật đa tầng
- * Ứng dụng trong quy trình xử lý nước thải công nghiệp

Hình 1. Mô hình đa tầng của hệ thống



TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI



Vì sao phải thực hiện
đề tài này ?

- Các hệ thống điều khiển công nghiệp ngày càng
 - * được kết nối Internet, làm gia tăng nguy cơ tấn công mạng vào hệ thống điều khiển.
- Do đó, cần có các mô hình IoT chú trọng bảo mật đa tầng, đặc biệt là kiểm soát truy cập ngay tại gateway và các tầng thấp hơn.



MỤC TIÊU ĐỀ TÀI

- * Xây dựng một mô hình IoT tương đối hoàn thiện về kiến trúc.
- * Triển khai mô hình phân tầng trên bộ kit mô phỏng thiết bị công nghiệp ứng dụng trong quy trình xử lý nước thải công nghiệp
- * Đảm bảo tính bảo mật dữ liệu ở 3 tầng theo kiến trúc đã đề xuất, hạn chế tối thiểu các nguy cơ bị tấn công mạng



Ý NGHĨA CỦA ĐỀ TÀI

- * Tính học thuật: nghiên mô hình bảo mật trong lĩnh vực IoT, tiếp cận Linux Kernel, FreeRTOS, cơ sở dữ liệu và đặc biệt là cách làm việc trong môi trường kỹ thuật.
- * Tính ứng dụng: có thể mở bảo mật phân tầng để ứng dụng thực tiễn vào hệ thống thật.
- * Tính sáng tạo: kết hợp bảo mật và phân luồng dữ liệu ở lớp ứng dụng và lớp kernel.

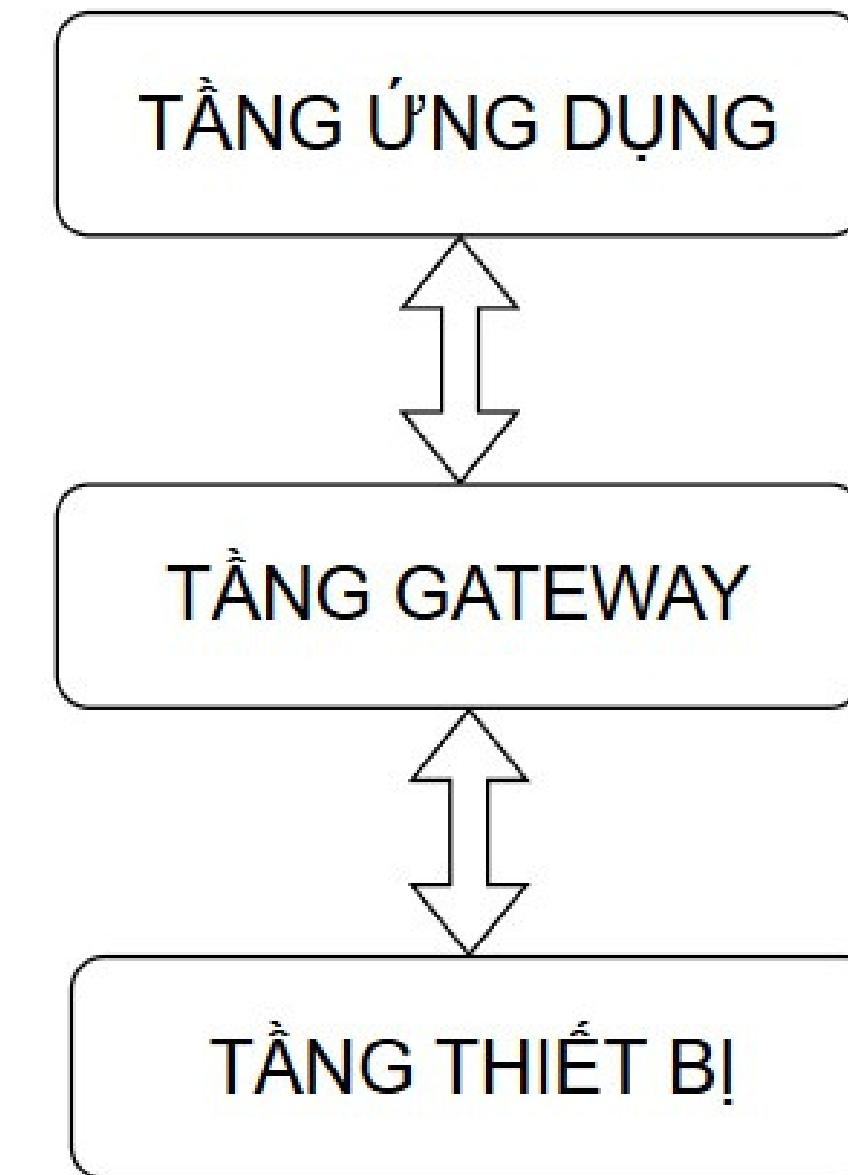


PHẠM VI THỰC HIỆN

- * Mô hình thử nghiệm, mang tính nghiên cứu và học thuật.
- * Mô hình tập trung vào nghiên cứu kiến trúc bảo mật trong lĩnh vực IoT.
- * Nghiên cứu ứng dụng của các thiết bị nhúng đa dụng vào lĩnh vực công nghiệp thay vì dùng các thiết bị chuyên dụng.



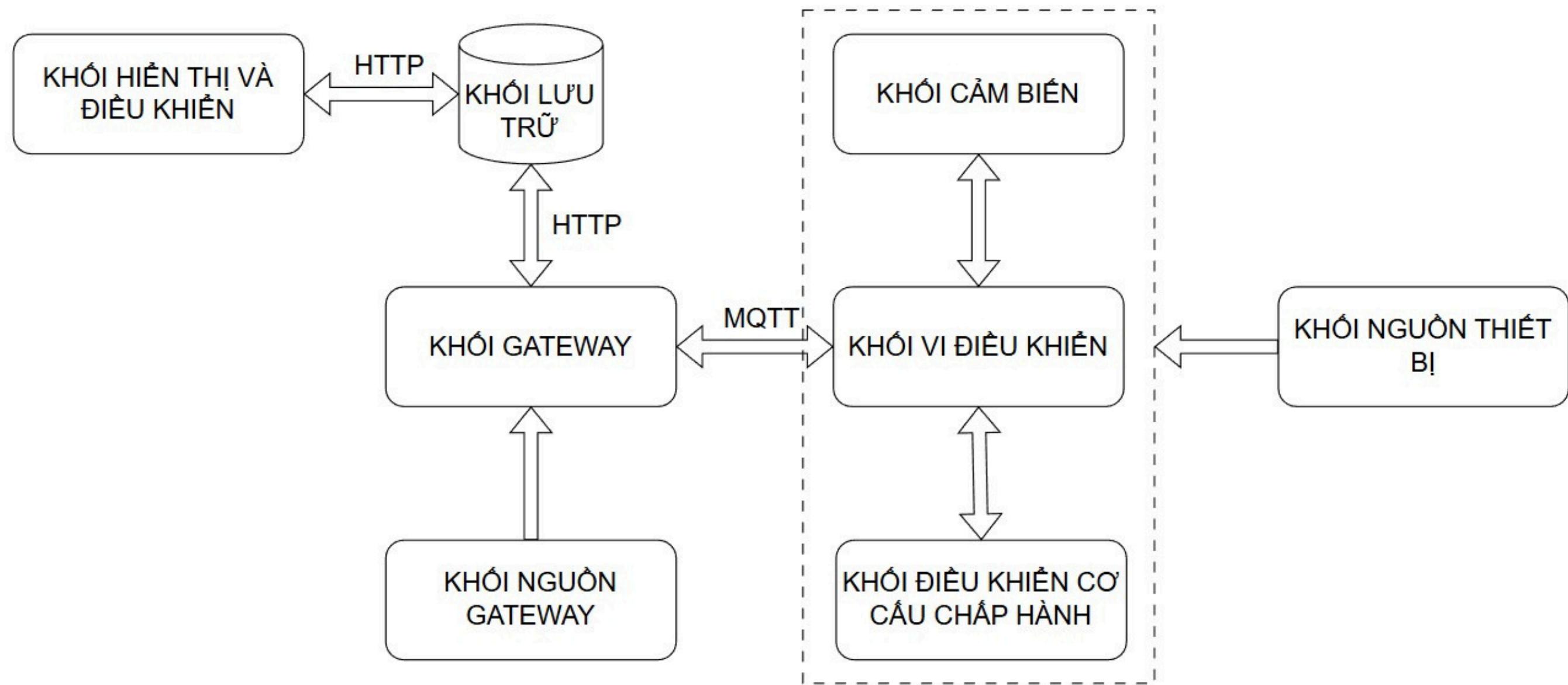
KIẾN TRÚC TỔNG THỂ CỦA HỆ THỐNG



Hình 1. Mô hình đa tầng của hệ thống



GIAO TIẾP GIỮA CÁC KHỐI TRONG HỆ THỐNG



Hình 2. Sơ đồ khối hệ thống



LÝ DO CHỌN

- Vi điều khiển phổ biến, xử lý các tác vụ thời gian thực → STM32F103C8T6
- Module đa truyền thông có khả năng kết nối wifi và phát triển giao thức MQTT → ESP32 Module
- Gateway cần một minh tính nhúng có hệ điều hành họ Linux → Raspberry Pi 4
- Các cảm biến hỗ trợ mô phỏng cho việc đo đặc thực tế trong quy trình xử lý nước thải.
- Các relay phù hợp với mức điện áp của vi điều khiển STM32 phục vụ quá trình mô phỏng thiết bị thật.

PHẦN CỨNG SỬ DỤNG

PHẦN CỨNG



Hình 3. STM32F103C8T6



Hình 4. ESP32



Hình 5. RASPBERRY PI 4



Hình 9. CẢM BIẾN
PH



Hình 6. HC-SR04



Hình 7. Cảm biến độ đục



Hình 8. DS18B20

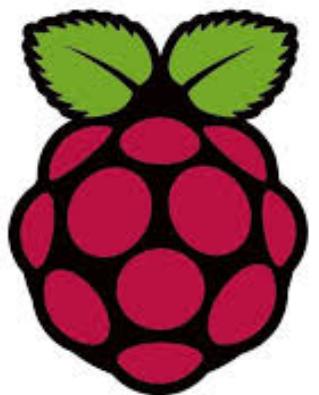


LÝ DO CHỌN

- ✳ Hệ điều hành ổn định để chuyển khai một gateway IoT và các cơ chế bảo mật.
→ Raspian OS
- ✳ Nền tảng lưu trữ lũ liệu thời gian thực, đồng bộ nhanh → Firebase Realtime Database
- ✳ Cần hệ thống xác thực, phân quyền người dùng rõ ràng cho mô hình nhiều cấp → Firebase Authentication và Firestore
- ✳ Giao diện trực quan để giám sát, điều khiển và hiển thị dữ liệu theo thời gian thực

PHẦN MỀM SỬ DỤNG

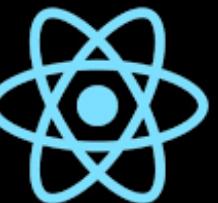
PHẦN MỀM



Hình 9. Raspbian OS



Hình 10. Firebase



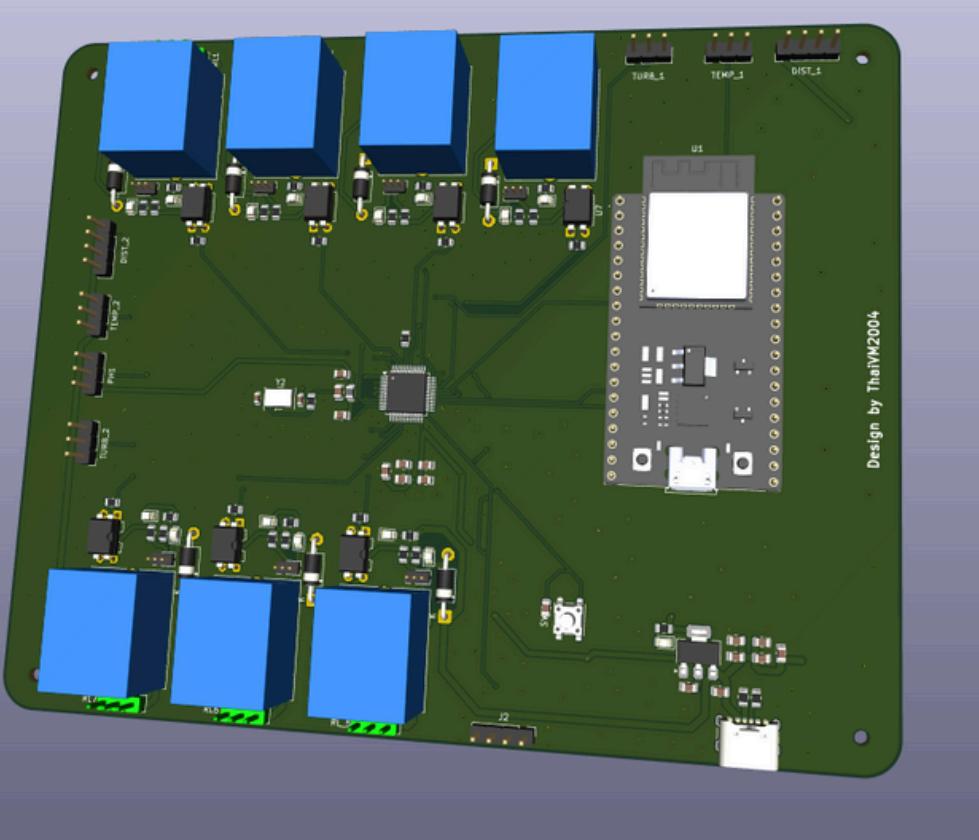
React JS



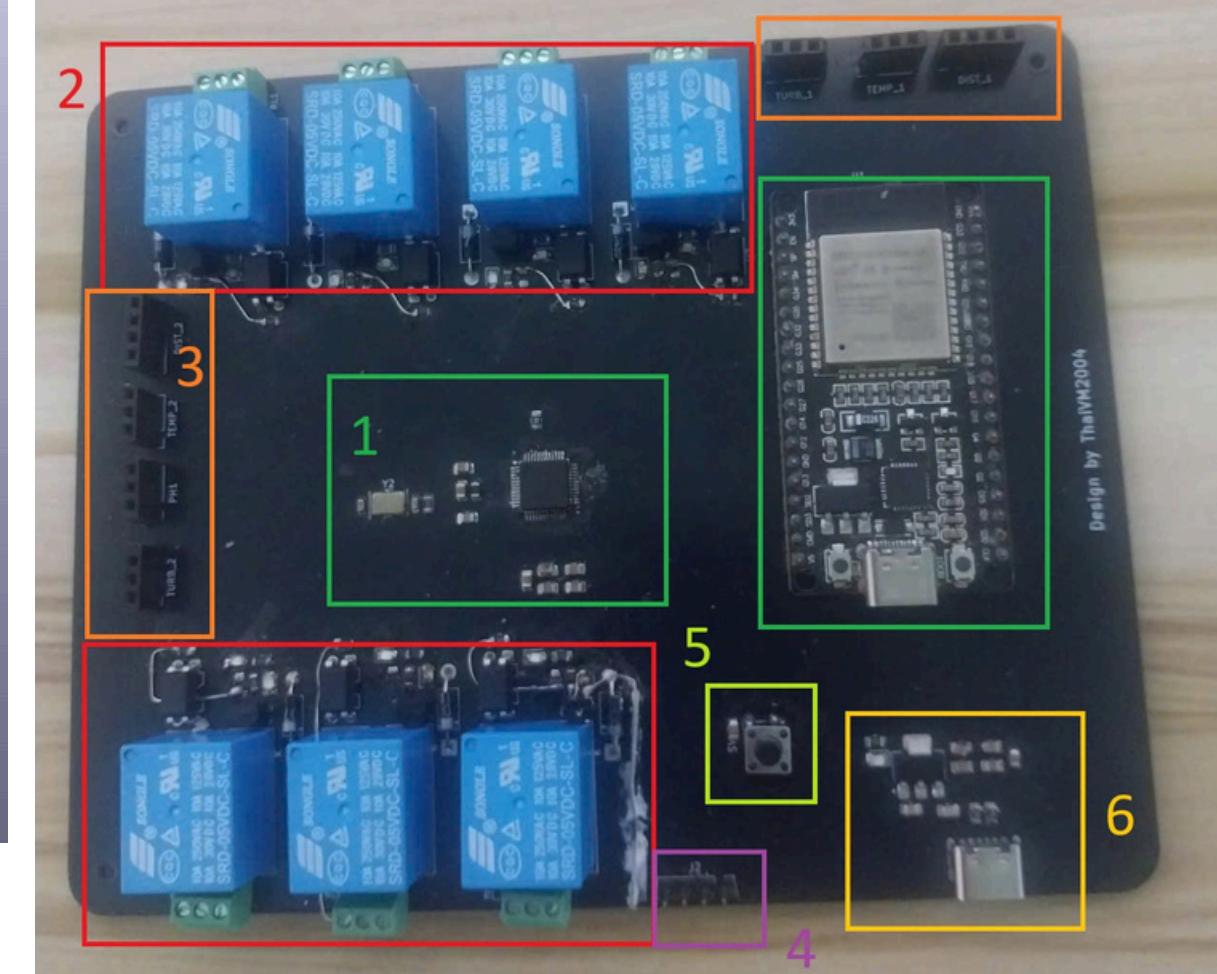
Hình 23. FreeRTOS



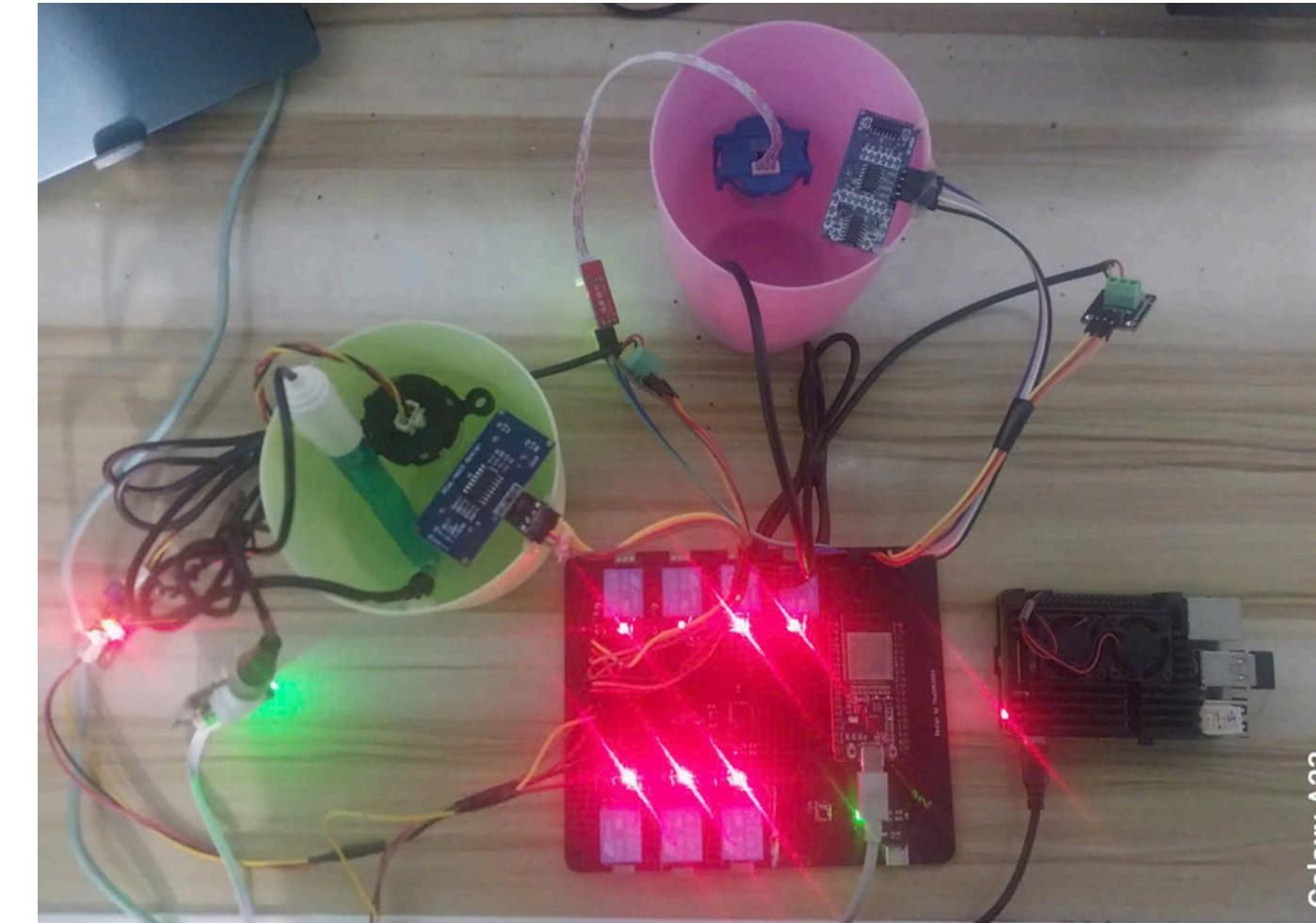
KẾT QUẢ PHẦN CỨNG



Hình 12. KIT phát triển phần cứng
mô phỏng



Hình 13. KIT phát triển phần cứng đã hoàn
thiện



Hình 14. Mô hình hoàn thiện



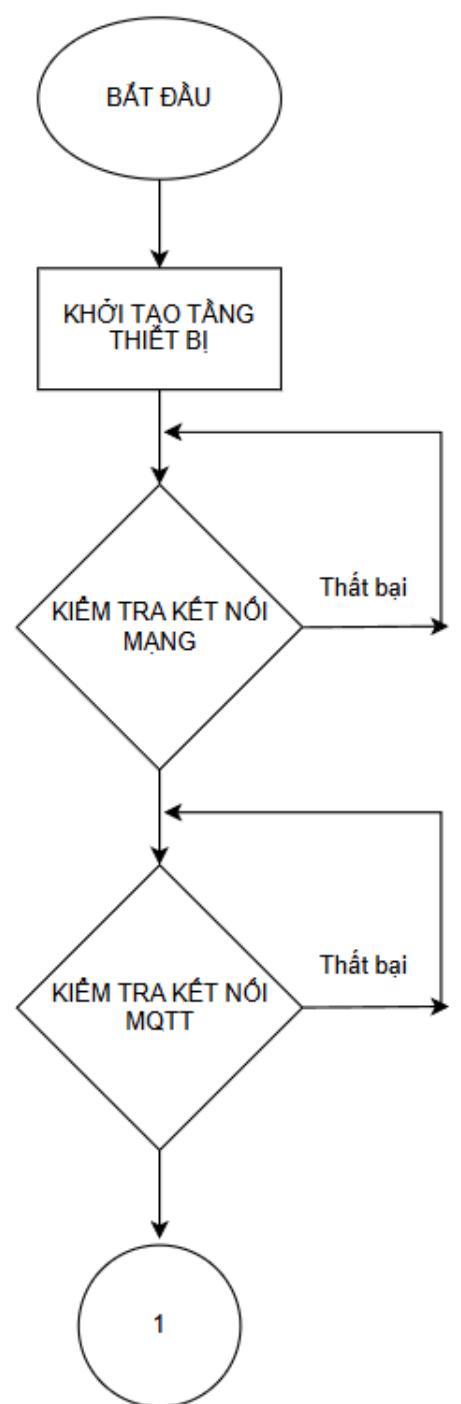
Hướng dẫn: ThS. Trương Quang Phúc

KẾT QUẢ PHẦN MỀM

KẾT QUẢ BẢO MẬT Ở TẦNG THIẾT BỊ

```
13:03:38.460 -> UART2 Ready (Commands → STM32)
13:03:38.504 -> UART1 Ready (Sensor from STM32)
13:03:38.504 -> WiFi connecting.....
13:03:40.110 -> WiFi OK
13:03:40.110 -> MQTT connecting... OK
13:03:40.809 -> STM32 UART1 → SENSOR2:TEMP:32.94;WATER:2;TDS:230.46;PH:7.65
13:03:40.855 -> MQTT publish → SENSOR2 (water: 2cm → 100%): {"temp":32.94,"water":100,"tds":230.46,"ph":7.65}
```

Hình 15. Kết quả chạy ở Tầng thiết bị

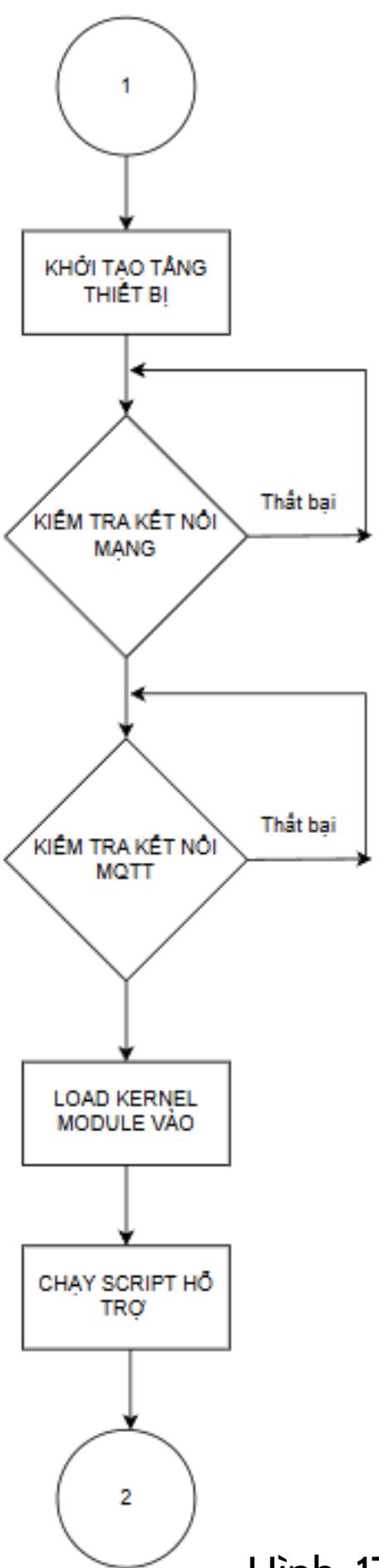


Hình 16. Lưu đồ khởi tạo cơ chế bảo mật ở Tầng thiết bị



KẾT QUẢ PHẦN MỀM

KẾT QUẢ BẢO MẬT Ở TẦNG GATEWAY



Hình 17. Lưu đồ khởi tạo cơ chế bảo mật ở Tầng gateway!

```
Collection: terminal_commands_2
Processing command: db/thai_u2/user2/auto2/off
User: thai_u2
Type: input
Parsed:
- Username: thai_u2
- Role: user2
- Device: auto2
- Action: off
User 'thai_u2' has permission 'user2'
Sent to MQTT: auto2/off
SUCCESS: Command processed and sent to ESP32
Message published to MQTT (mid: 27)
```

Hình 18. Kết quả bảo mật ở Tầng gateway cho luồng điều khiển

```
(myenv) pi@raspberrypi:~/MyUser/user $ 
New user or didn't process
Account: vominhthai
Role: user1
Saved 'vominhthai' (user1) into SQLite
Updated with processed=True for vominhthai

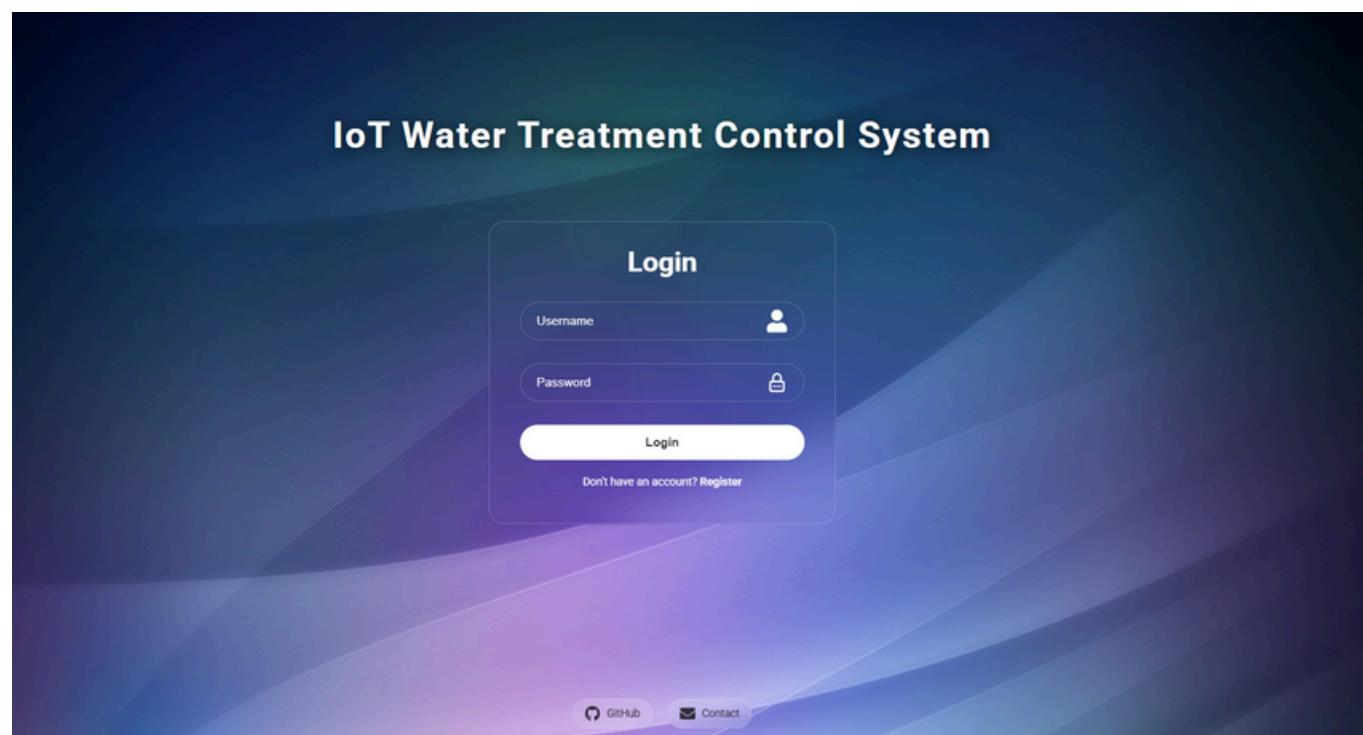
New user or didn't process
Account: vominhthai
Role: user1
Saved 'vominhthai' (user1) into SQLite
Updated with processed=True for vominhthai
```

Hình 19. Kết quả chạy ở Tầng gateway sau khi một user mới được đăng ký

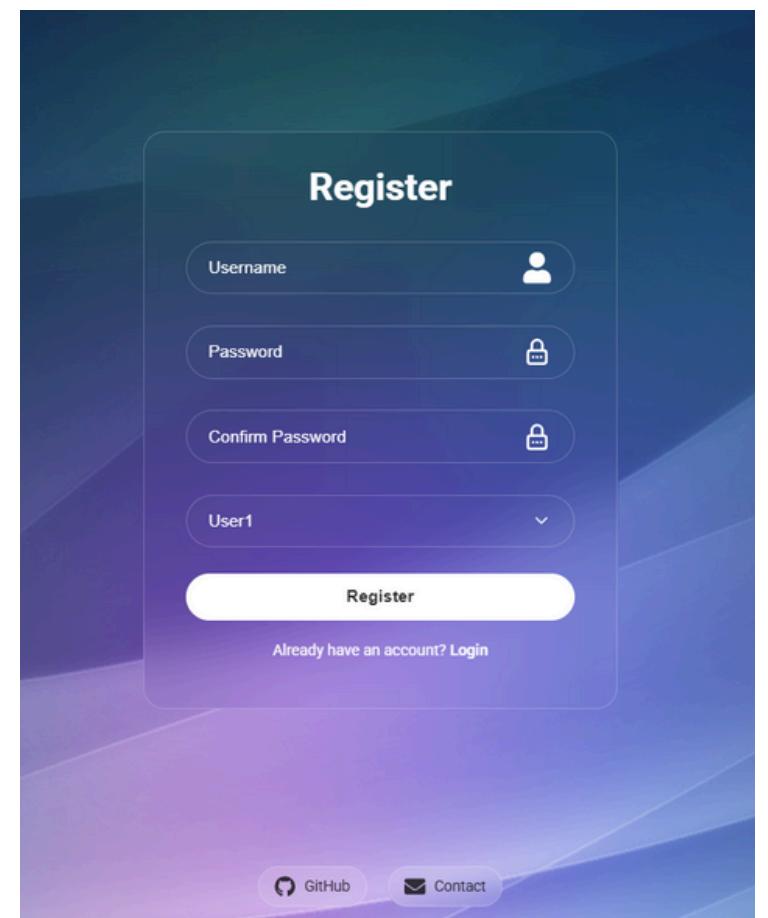


KẾT QUẢ PHẦN MỀM

KẾT QUẢ BẢO MẬT Ở TẦNG ỨNG DỤNG



Hình 21. Giao diện đăng nhập



Hình 22. Giao diện đăng ký

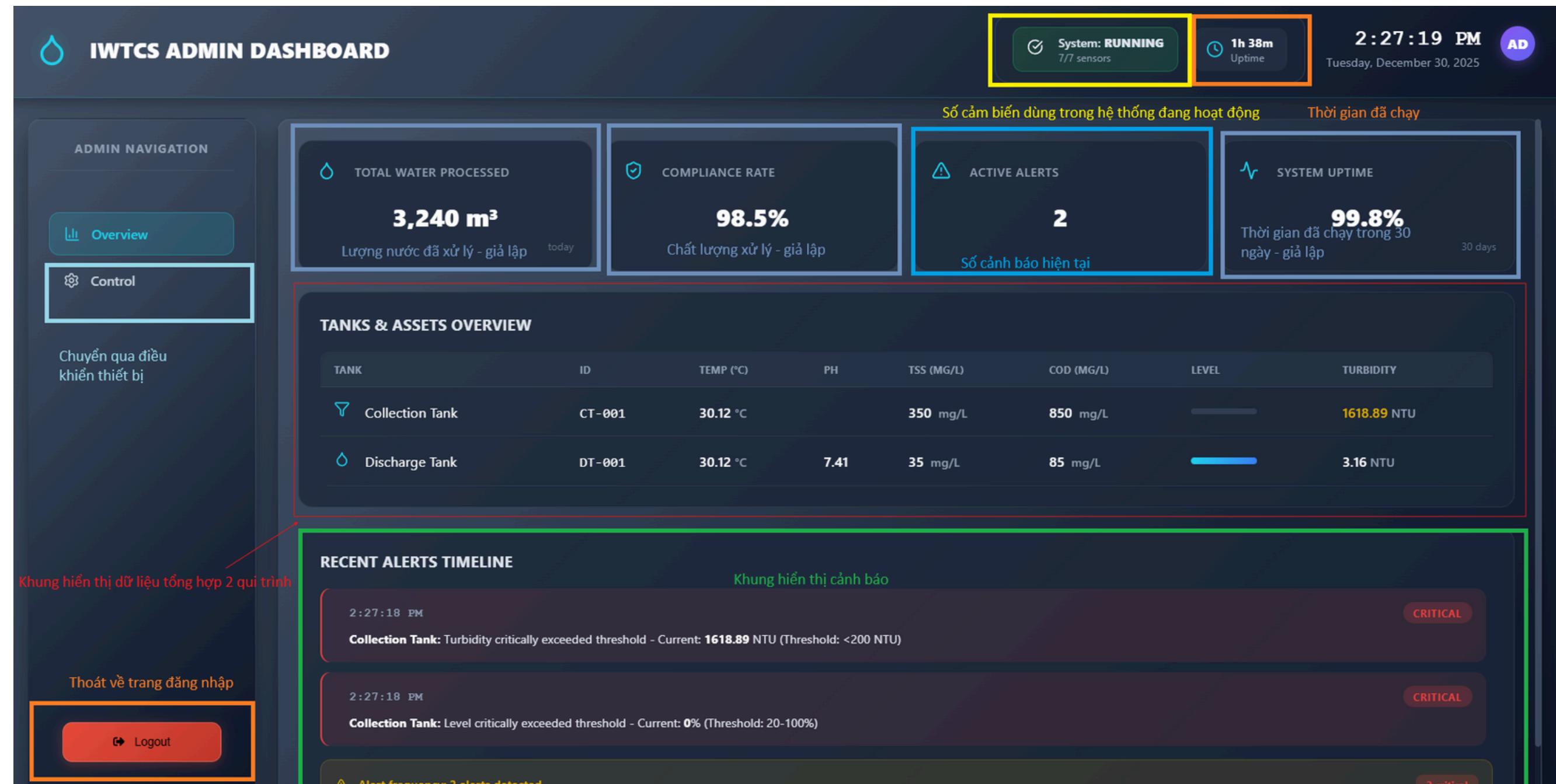
Hình 20. Lưu đồ khởi tạo cơ chế bảo
mật ở Tầng ứng dụng



Hướng dẫn: ThS. Trương Quang Phúc

KẾT QUẢ PHẦN MỀM

GIAO DIỆN ĐIỀU KHIỂN VỚI QUYỀN ADMIN



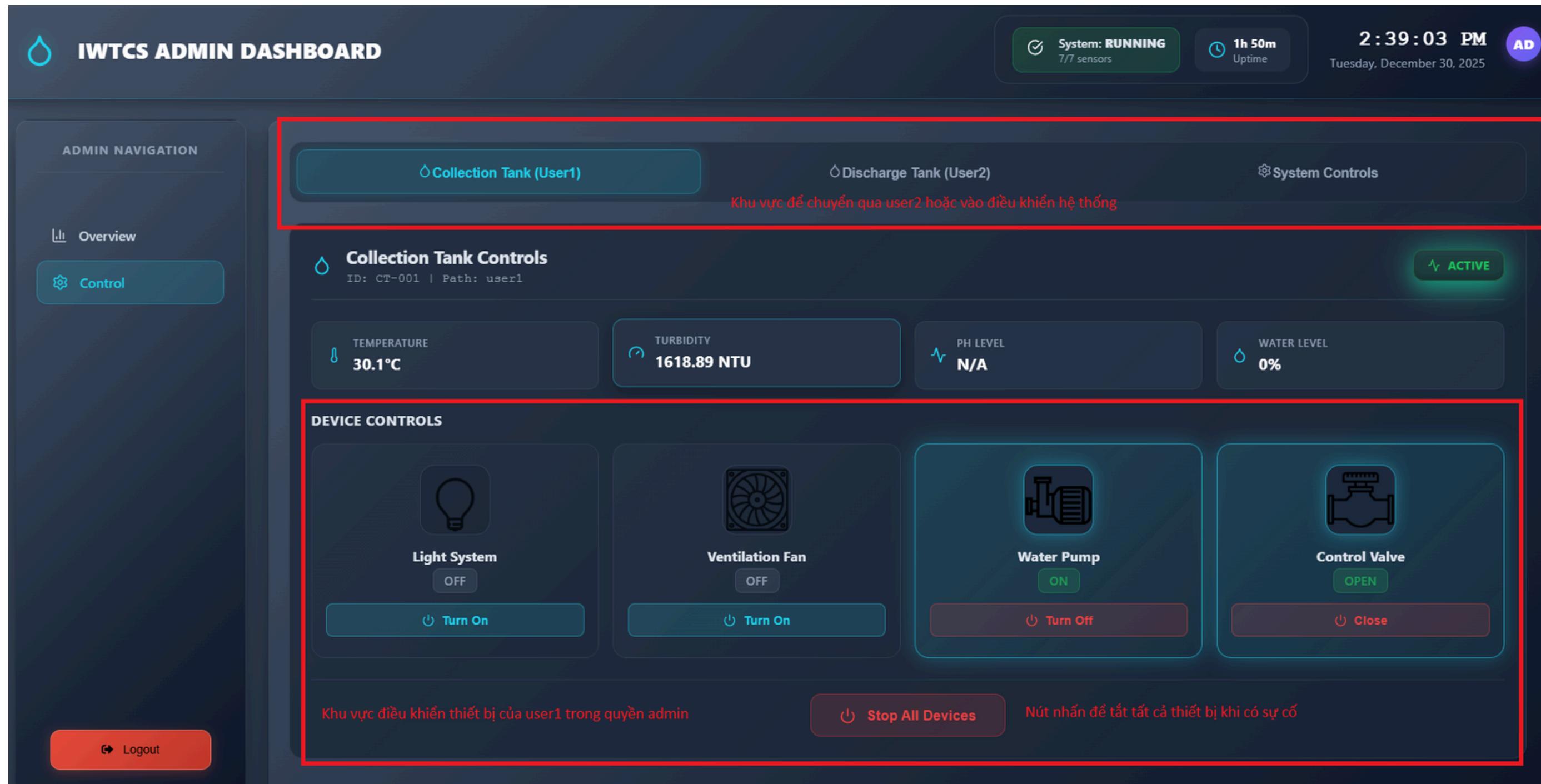
Hình 24. Giao diện overview của Admin



Hướng dẫn: ThS. Trương Quang Phúc

GIAO DIỆN ĐIỀU KHIỂN VỚI QUYỀN ADMIN

KẾT QUẢ PHẦN MỀM



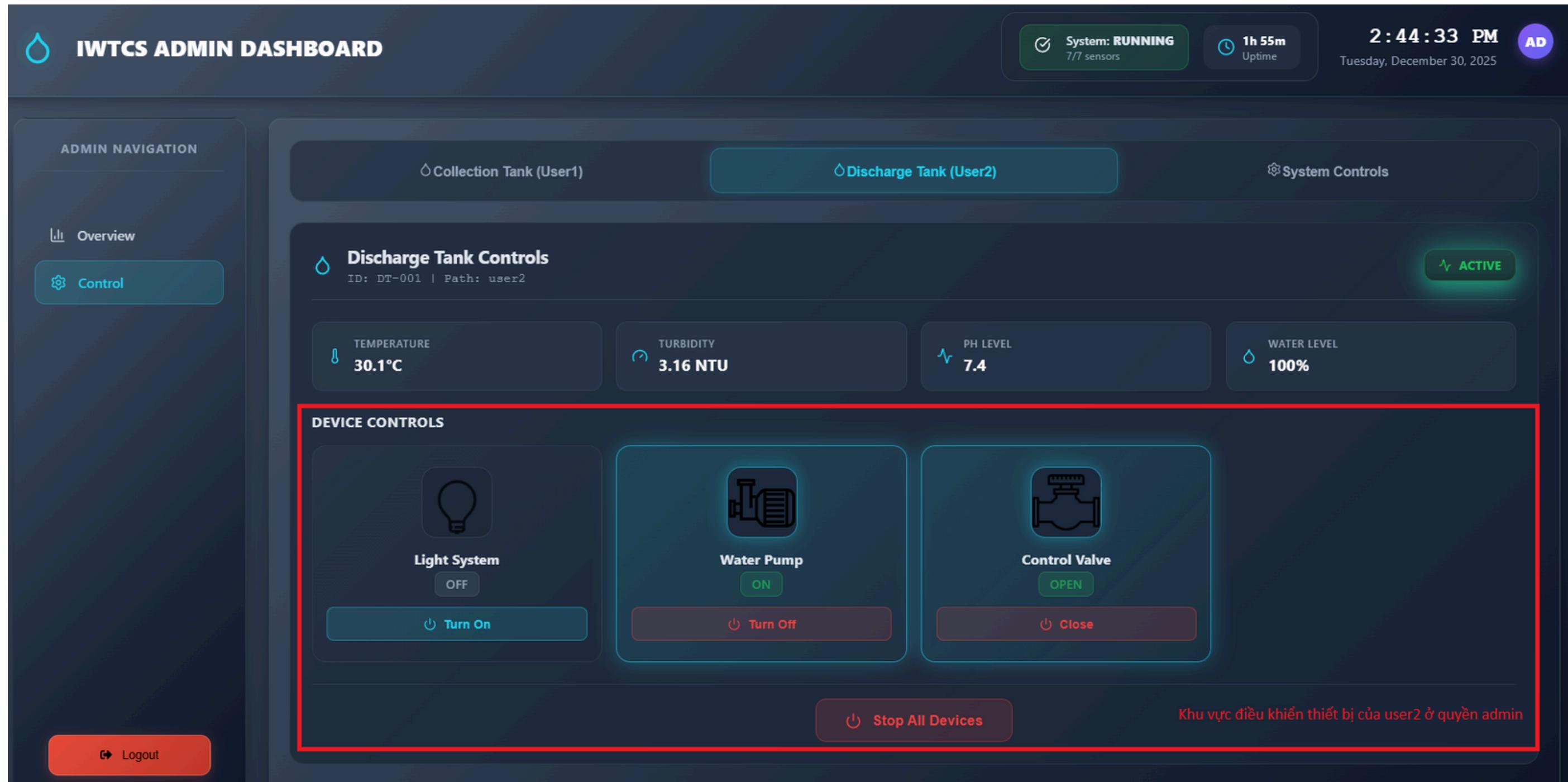
Hình 25. Giao diện điều khiển các thiết bị của user1 ở quyền admin



Hướng dẫn: ThS. Trương Quang Phúc

KẾT QUẢ PHẦN MỀM

GIAO DIỆN ĐIỀU KHIỂN VỚI QUYỀN ADMIN



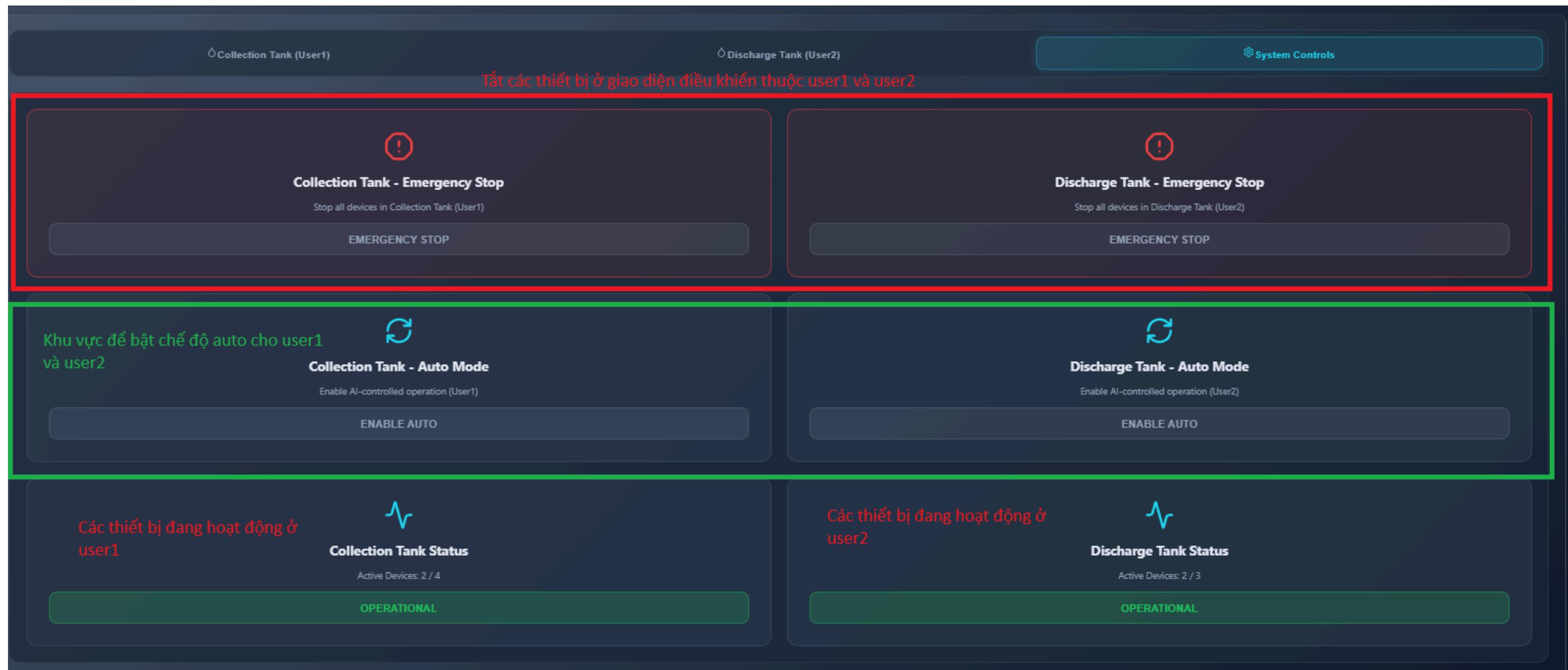
Hình 26. Giao diện điều khiển các thiết bị của user2 ở quyền admin



Hướng dẫn: ThS. Trương Quang Phúc

KẾT QUẢ PHẦN MỀM

GIAO DIỆN ĐIỀU KHIỂN VỚI QUYỀN ADMIN



Hình 27. Giao diện điều khiển đặc biệt của hệ thống từ quyền admin



Hướng dẫn: ThS. Trương Quang Phúc

KẾT QUẢ PHẦN MỀM

GIAO DIỆN ĐIỀU KHIỂN VỚI QUYỀN USER1



Hình 28. Giao diện điều khiển của user1



Hướng dẫn: ThS. Trương Quang Phúc

KẾT QUẢ PHẦN MỀM

GIAO DIỆN TRỰC QUAN HÓA VỚI USER1



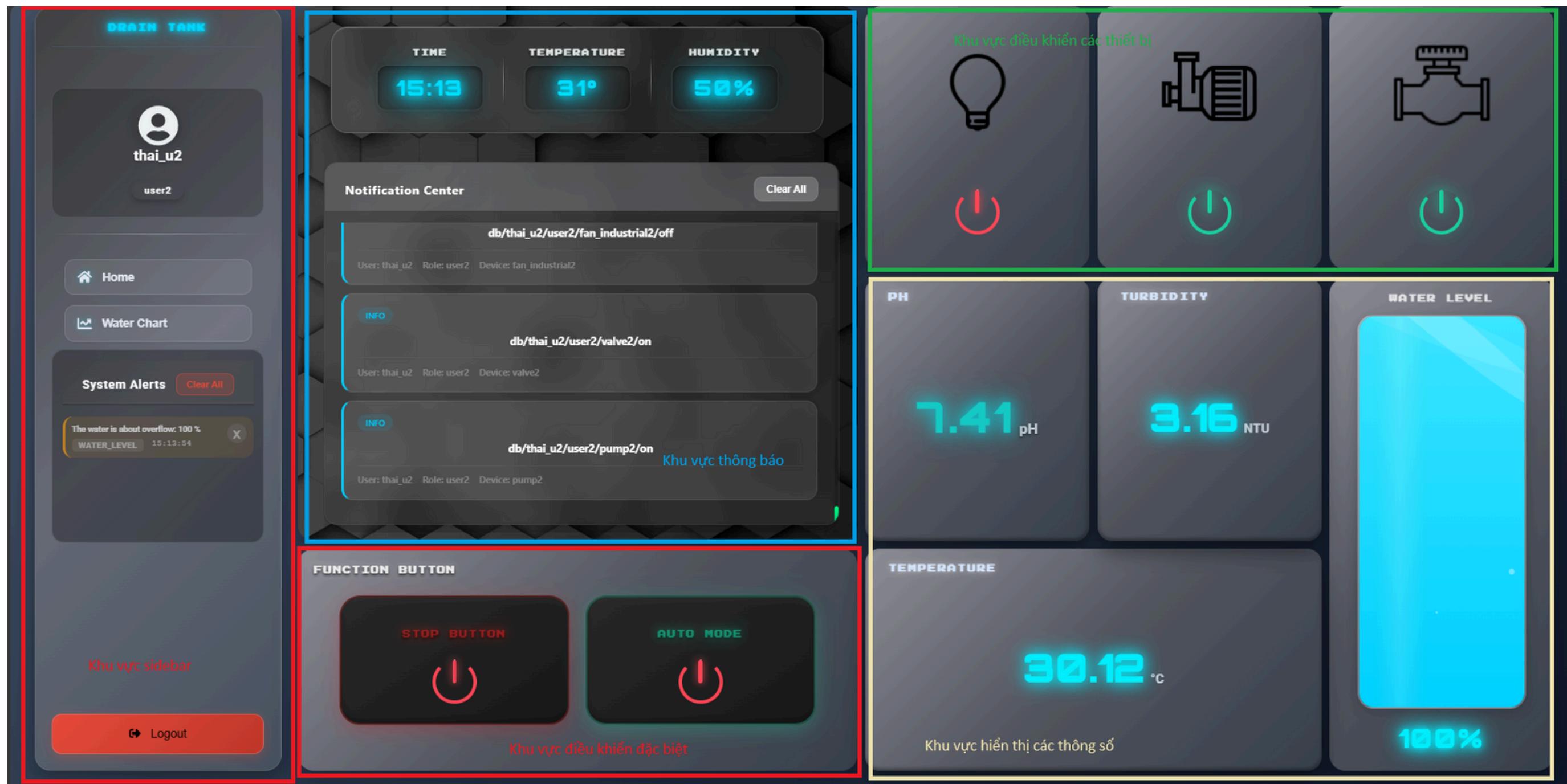
Hình 29. Giao diện trực quan dữ liệu trong quyền user1



Hướng dẫn: ThS. Trương Quang Phúc

KẾT QUẢ PHẦN MỀM

GIAO DIỆN ĐIỀU KHIỂN VỚI QUYỀN USER2



Hình 30. Giao diện điều khiển ở quyền user2



Hướng dẫn: ThS. Trương Quang Phúc

KẾT QUẢ PHẦN MỀM

GIAO DIỆN TRỰC QUAN HÓA VỚI QUYỀN USER2



Hình 31. Giao diện trực quan hóa với user2



Hướng dẫn: ThS. Trương Quang Phúc

KẾT LUẬN

- ✳ Hoàn thành mục tiêu đề tài đã đặt ra.
- ✳ Hệ thống được triển khai theo kiến trúc nhiều tầng, đảm bảo khả năng giám sát và điều khiển từ xa.
- ✳ Điểm sáng tạo của đề tài nằm ở việc tích hợp các cơ chế bảo mật, phân quyền và phân luồng dữ liệu đồng thời tại lớp ứng dụng và lớp gateway (Linux).



HẠN CHẾ

- * Mô hình hiện tại được triển khai ở quy mô mô phỏng.
- * Mô hình triển khai bảo mật cao ở tầng ứng dụng và tầng gateway, ở tầng thiết bị, bị phụ thuộc vào cơ chế bảo mật của MQTT.
- * Hệ thống chưa tích hợp các chuẩn truyền thông công nghiệp.
- * Thuật toán điều khiển chỉ ở mức cơ bản.
- * Chỉ triển khai được một phần nhỏ của toàn bộ qui trình xử lý nước thải công nghiệp.



HƯỚNG PHÁT TRIỂN

- ✳ Mở rộng mô hình cho toàn hệ thống và triển khai vào thực tế.
- ✳ Bổ sung các cơ chế bảo mật nâng cao ở tầng thiết bị.
- ✳ Tích hợp các chuẩn truyền thông công nghiệp.
- ✳ Phát triển thuật toán điều khiển thông minh hơn.
- ✳ Hoàn thiện toàn bộ giao diện điều khiển và giám sát, thực hiện giám sát nhiều thông số hơn.

